

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 19.11.2023 10:45:10

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ГРОЗНИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**имени академика М. Д. Миллионщикова**

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор

И.Г.Гайрабеков

« 19 » 2020 г



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«ПРИКЛАДНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА»**

### **Специальность**

21.05.03. «Технологии геологической разведки»

### **Специализации:**

«Геофизические методы поисков и разведки полезных ископаемых»

«Геофизические методы исследования скважин»

### **Квалификация выпускника**

Специалист

### **Год начала подготовки**

2021

Грозный - 2021

### 1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Прикладная теплофизика» является освоение основных законов теплофизики и теплотехники, методов получения, преобразования, передачи и использования теплоты, принципов действия и конструктивных особенностей тепло- и парогенераторов, трансформаторов теплоты, холодильников и холодильных машин, теплообменных аппаратов и устройств, тепломассообменных процессов происходящих в различного рода тепловых установках и отдельных химических реакторах. Ознакомление студентов с основными проблемами современной теплофизики, с теплофизическими процессами и подготовить студентов к изучению спецкурсов, расчету проектов и выполнению индивидуального практикума.

Задачей изучения курса является подготовка высококвалифицированного специалиста, владеющего навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования. В задачи изучения дисциплины входит также: овладение студентами аналитических методов решения задач теплопроводности при различных граничных условиях, теорией подобия и ее использованием для описания процессов конвективного теплопереноса, методами расчета сложного теплообмена, в том числе при изменении агрегатного состояния вещества; ознакомление с устройством и процессами, происходящими в сверхтеплопроводных теплопередающих устройствах - тепловых трубах, теплообменными аппаратами, их расчетом, теплообменом в различного рода реакторах. В лекционном курсе, на практических занятиях и лабораторном практикуме много внимания уделяется физическим аспектам теории теплообмена, рассматриваются важные и интересные прикладные теплофизические задачи.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла. Для изучения курса требуется знание: высшей математики, физики, химии, философии, теоретической механики, сопротивления материалов, метрологии. Для изучения данного курса студент должен владеть основами математической теории поля, аппаратом функций комплексного переменного, методами решения уравнений математической физики; знать основные понятия, законы, уравнения термодинамики, статистической физики и механики сплошных сред (разделы: идеальная жидкость, вязкая жидкость, теплопроводность в жидкости, теория упругости).

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для специальных курсов – «Гидрогеология и инженерная геология», «Основы поиска и разведка МПИ», « Геофизические исследования скважин», «Бурение скважин».

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций (Таблица 1)

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
<b>Общепрофессиональные</b>		
<b>ОПК-3</b> Способен применять основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских	ОПК. 3.1. Применяет знания из разных областей физики для решения инженерных задач.	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные законы преобразования энергии и тепломассообмена;</li><li>- теорию теплообмена (теплопередачи, теплоотдачи);</li><li>- основы составления тепловых балансов;</li><li>- основы теплообмена и массообмена в</li></ul>

<p>работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы.</p>		<p>двухкомпонентных средах;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пути интенсификации теплопередачи;</li> <li>- методы определения температур поверхности теплообмена;</li> <li>- принцип действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнологических устройств, применяемых в отрасли;</li> <li>- принципы теплового расчета теплообменных аппаратов;</li> <li>- основы теории горения и организации сжигания топлива в промышленных условиях;</li> <li>- основные способы энергосбережения.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основные законы и уравнения теплофизики для выполнения технических расчетов;</li> <li>- проводить термодинамические расчеты рабочих процессов в теплосиловых установках и других теплотехнических устройствах, применяемых в отрасли;</li> <li>- обрабатывать результаты измерения и производить расчеты процессов теплообмена;</li> <li>- рассчитывать и выбирать рациональные системы преобразования и использования энергии, рациональные системы охлаждения и термостатирования оборудования, применяемого в отрасли;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аналитической теорией теплопроводности;</li> <li>- методами расчета процессов теплопередачи и теплоотдачи; условиями однозначности или крайними условиями процесса теплопроводности</li> </ul>
--	--	---

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.		Семестры	
	ОФО	ЗФО	6	5
			ОФО	ЗФО
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>32/1,0</b>	<b>8/0,22</b>	<b>32/1,0</b>	<b>8/0,22</b>
В том числе:				
Лекции	16/0,5	4/0,11	16/0,5	4/0,11
Практические занятия				
Семинары				
Лабораторные работы	16/0,5	4/0,11	16/0,5	4/0,11
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>40/1,1</b>	<b>64/1,8</b>	<b>40/1,1</b>	<b>64/1,8</b>
В том числе:				
Курсовая работа (проект)				
Расчетно-графические работы				
ИТР	12/0,33	28/0,8	12/0,33	28/0,8
Рефераты				
Доклады				
Презентации				
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>				
Подготовка к лабораторным работам	12/0,33	18/0,5	12/0,33	18/0,5
Подготовка к практическим занятиям				
Подготовка к зачету	16/0,44	18/0,5	16/0,44	18/0,5
<b>Вид отчетности</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
	<b>ВСЕГО в зач. единицах</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

№ п/ п	Наименование раздела дисциплины	Часы лекционных занятий		Часы лабораторных занятий		Часы практических (семинарских) занятий		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Предмет "Теплофизика". Основные понятия и положения теплофизики.	1		2				3	
2	Температурное поле. Качественные характеристики переноса теплоты.	2	1	2	1			4	2
3	Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность различных профилей стенок	2		2				4	
4	Теплопроводность. Контактный теплообмен. Передача теплоты неограниченной пластины, цилиндра и шара	2	1	2	1			4	2
5	Теплопередача. Сложный теплообмен. Массообмен. Пути интенсификации теплопередачи	2		2				4	
6	Нестационарные процессы теплопроводности Исследование процессов теплопроводности методом аналогий	2	1	2	1			4	2
7	Основы теории подобия. Теплоотдача. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплообмен при кипении.	2		2				4	
8	Теплообменные аппараты. Основы теплового расчета теплообменных аппаратов Гидродинамика и теплообмен при поперечном обтекании одиночного цилиндра.	2	1	2	1			5	2
9	Теплообмен излучением. Излучение реальных тел	1						1	
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>4</b>			<b>32</b>	<b>8</b>

## 5.2 Лекционные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Предмет "Теплофизика". Основные понятия и положения теплофизики.	Предмет "Теплофизика". Способы передачи теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение) Поле температуры, понятие градиента температуры. Основные понятия и определения теплофизики (терминология, теплоотдачи и теплопередача): тепловой поток, плотность теплового потока, мощность внутренних источников теплоты, теплоноситель, теплообменник.
	Температурное поле. Качественные характеристики переноса теплоты.	Температурное поле. Изотермическая поверхность. Градиент температуры. Качественные характеристики переноса теплоты.
2	Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность различных профилей стенок	Коэффициент теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности газов и жидкостей. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности или краевые условия теплопроводности. Теплопроводность при стационарных условиях.
		Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях I рода. Тепловая проводимость стенки. Тепловое термическое сопротивление.
3	Теплопроводность. Контактный теплообмен. Передача теплоты неограниченной пластины, цилиндра и шара	Теплопроводность. Контактный теплообмен. Понятия: коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи, температурный напор, местный температурный напор, средний логарифмический и средний интегральный температурный напоры, внешнее и общее термические сопротивления. Сложный теплообмен. Качественные характеристики переноса теплоты.
		Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода. Полное термическое сопротивление теплопередачи. Передача теплоты через цилиндрическую стенку. Линейное термическое сопротивление теплопередачи. Критический диаметр цилиндрической стенки. Передача теплоты через шаровую стенку. Обобщенный метод решения задач теплопроводности в плоской, цилиндрической и шаровой стенках.

4	Теплопередача. Сложный теплообмен. Массообмен.	<p>Теплопередача. Сложный теплообмен</p> <p>Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи.</p> <p>Массообмен. Основы массообмена. Массообмен при ректификации нефтяных жидкостей. Теплоотдача при конденсации паров неметаллических жидкостей.</p> <p>Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция Теплоотдача при конденсации на горизонтальном цилиндре.</p>
	2	3
5	Пути интенсификации теплопередачи	<p>Пути интенсификации теплопередачи. Интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения.</p> <p>Оребрение поверхности нагрева как способ интенсификации процесса теплопередачи. Дифференциальное уравнение и его решение. Теплопередача через ребристую плоскую стенку.</p> <p>Коэффициент эффективности ребра. Теплопроводность круглого ребра постоянной толщины. Пористое охлаждение пластины. Теплопроводность однородного цилиндрического стержня. Перенос теплоты по стержню (ребру). Тепловой поток с поверхности стержня (ребра). Теплопроводность цилиндрической стенки. Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой изоляции. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру</p>
6	Нестационарные процессы теплопроводности Исследование процессов теплопроводности методом аналогий	<p>Нестационарные процессы теплопроводности Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности. Определение количества теплоты, отданного пластиной в процессе охлаждения. Охлаждение (нагревание) бесконечно длинного цилиндра. Определение количества теплоты, отданного цилиндром в процессе охлаждения. Охлаждение (нагревание) тел конечных размеров. Регулярный режим охлаждения (нагревания) тел. Приближенные методы решения задач теплопроводности.</p> <p>Исследование процессов теплопроводности методом аналогий. Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности. Контактный теплообмен. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Условия прилипания. Уравнение теплоотдачи. Гидродинамический пограничный слой. Тепловой пограничный слой. Турбулентный перенос теплоты и количество движения.</p>
7	Основы теории подобия. Теплоотдача. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплообмен при кипении.	<p>Основы теории подобия. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия. Число Нуссельта. Число Рейнольдса. Число Пекле. Число Грасгофа. Число Эйлера. Число Прандтля. Условия подобия физических процессов. Метод размерностей.</p>

		<p>Теплоотдача. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости.</p> <p>Коэффициенты теплоотдачи. Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества. Теплообмен при конденсации паров. Тепловой поток. Плотность теплового потока.</p> <p>Теплообмен при кипении. Основные понятия и определения. Испарение, кипение: поверхностное, объемное, пузырьковое и пленочное кипения (фотографии режимов кипения). Уравнение подобия. Кризис теплоотдачи при кипении. Зарождение, развитие и отрыв пузырей пара на поверхности нагрева. Скорость роста парового пузырька. Отрывной диаметр пузыря. Схема теплоотдачи при пузырьковом кипении. Уравнение подобия. Кризис теплоотдачи при кипении.</p>
	2	3
8	<p>Теплообменные аппараты. Основы теплового расчета теплообменных аппаратов. Гидродинамика и теплообмен при поперечном обтекании одиночного цилиндра.</p>	<p>Теплообменные аппараты. Типы теплообменных аппаратов. Классификация основных типов теплообменных аппаратов: контактные (смесительные, барботажные) и поверхностные (регенераторы, рекуператоры).</p> <p>Основы теплового расчета теплообменных аппаратов. Основные уравнения теплового расчета рекуперативных теплообменников.</p> <p>Расчетные уравнения. Виды теплового расчета. Средний логарифмический температурный напор. Среднеарифметический температурный напор для аппаратов с прямотоком, для аппаратов с противотоком. Коэффициент теплопередачи. Эффективность теплообменника. Сопоставление прямоточной и противоточной схем движения теплоносителей.</p> <p>Гидродинамика и теплообмен при поперечном обтекании одиночного цилиндра. Угол отрыва ламинарного и турбулентного пограничного слоя. Изменение коэффициента теплоотдачи по окружности цилиндра. Средняя теплоотдача поперечно омываемого цилиндра. Зависимость коэффициента теплоотдачи цилиндра от угла атаки. Теплообмен при поперечном обтекании коридорных и шахматных пучков труб. Зависимость теплоотдачи от номера ряда, соотношения продольного и поперечного шагов пучка. Средний коэффициент теплоотдачи для пучка. Теплообмен при поперечном обтекании коридорных и шахматных пучков труб. Зависимость теплоотдачи от номера ряда, соотношения продольного и поперечного шагов пучка. Средний коэффициент теплоотдачи для пучка. Зависимость теплоотдачи пучка труб от угла атаки.</p>
9	<p>Теплообмен излучением Излучение реальных тел</p>	<p>Теплообмен излучением. Основные законы и определения. Физика излучения. Основные понятия и определения: поток излучения, поверхностная плотность потока излучения, интенсивность излучения. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы излучения абсолютно черного тела. Законы Планка, Стефана-Больцмана.</p>



		Излучение реальных тел. Закон Кирхгофа. Основные уравнения: уравнение сохранения энергии, уравнение переноса. Абсолютно черное тело. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде. Практическое использование уравнений переноса энергии излучения. Радиационно-кондуктивные системы: единичное плоское ребро, учет теплообмена излучением между ребром и трубой. Радиационно-конвективные системы: температура поверхности плоской пластины, трубы.
--	--	---

**Лекционные занятия** проводятся в форме лекций с использованием демонстрационных слайдов, презентаций и видеороликов, применяются информационные технологии. Проводится демонстрация конструкций элементов систем, схем. Перечень демонстрируемого материала и сами материалы представлены в ФОСах. Предусматривается самостоятельное выполнение отдельных иллюстраций в раздаточном материале.

### 5.3. Лабораторные занятия

**Таблица 5**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
3	Теплопроводность. Контактный теплообмен. Передача теплоты неограниченной пластины, цилиндра и шара	1. ВЛР Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (метод цилиндрического слоя)
		2. ВЛР Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции (метод струны)
4	Теплопередача. Сложный теплообмен. Массообмен.	3. ВЛР Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе
8	Теплообменные аппараты. Основы теплового расчета теплообменных аппаратов.	4. Исследование трубчатого теплообменника ( <i>Реальная</i> )
		5. Исследование пластинчатого теплообменника ( <i>Реальная</i> )

\* ВЛР – виртуальная лабораторная работа

### 5.4. Практические (семинарские) занятия *не предусмотрены*

На практических и лабораторных занятиях происходит закрепление теоретических знаний, обсуждение инновационных проектов, моделирование конкретных ситуаций при реализации инновационных процессов различного уровня и назначения; вовлечение студентов в проективную деятельность, подготовка и защита презентаций и рефератов.

**Практические (лабораторные) занятия** проводятся с использованием необходимых технических и информационных материалов: подготовленные в виде таблиц: по теплофизическим свойствам веществ, коэффициентам теплопроводности различных материалов, графикам схем, термодинамическим циклам и т.д. Студентам передается материал на электронном носителе.

Материалы передаются студентам на кафедре или в библиотеке в электронном виде. На лабораторных занятиях материалы предоставляются методическим пособием, в котором изложены теоретические аспекты изучаемой темы, представлены схема установки необходимые графики расчетные формулы. Лабораторная работа выполняется на основе разработанной компьютерной программы в виртуальной форме.

## 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

Одним из самых доступных и проверенных практикой путей повышения эффективности учебного занятия, активизация студентов является соответствующая организация и управление самостоятельной учебной работой. Она занимает исключительное место, потому что студенты приобретают знания только в процессе личной самостоятельной учебной деятельности.

Для текущего контроля в течение семестра предусматривается:

- оценка результатов выполнения и защиты индивидуальных расчетных заданий и лабораторных работ;
- контрольные работы по материалам лекций и практических занятий с целью проведения рейтинговой аттестации в конце каждого месяца.

В конце семестра студент должен набрать минимум баллов, необходимый для допуска к сдаче экзамена (зачета). Итоговая оценка в каждом семестре выводится с учетом количества баллов, набранных в ходе текущей работы.

**Самостоятельная работа** включает подготовку к практическим занятиям, контрольным работам, выполнение расчетного задания ИТР, РГР в письменной форме, подготовку к зачету или экзамену. Самостоятельная работа выполняется также в виде реферата, доклада или презентации студентом по ниже представленным темам. Впоследствии студенты представляют для защиты свои работы, в процессе оценивания происходит обсуждение работы, а также блиц опрос студента. При этом исполнитель может выбрать тему из предложенной тематики. В отдельных случаях тема может быть избрана студентом вне тематического списка рефератов.

При подготовке реферата студенту предварительно следует подобрать различные литературные, периодические, нормативные и другие источники и материалы, систематизируя и обобщая при этом нужную информацию по теме.

**Вопросы для самостоятельного изучения**

**Таблица 6**

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Понятия: коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи, температурный напор, местный температурный напор, средний логарифмический и средний интегральный температурный напоры, внешнее и общее термические сопротивления. Сложный теплообмен. Качественные характеристики переноса теплоты.
2	Коэффициент теплопроводности газов. Коэффициент теплопроводности жидкостей. Коэффициент теплопроводности твердых тел: металлы и сплавы. Термоупругость. Соотношения между напряжениями, деформациями и температурой.
3	Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при пограничных условиях 1 рода
4	Общее уравнение переноса тепла в жидкости. Физический смысл и пределы его применимости. Теплоперенос в несжимаемой и вязкой жидкостях. Гипотеза Фурье-Остроградского. Условия однозначности для процессов, типы краевых задач.
5	Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия. Методы размерностей и подобия.
6	Теплообмен излучением. Основные законы и определения. Физика излучения. Основные понятия и определения: поток излучения, поверхностная плотность потока излучения, интенсивность излучения. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы излучения абсолютно черного тела. Законы Планка, Стефана-Больцмана. Излучение реальных тел. Закон Кирхгофа. Основные уравнения: уравнение

	сохранения энергии, уравнение переноса.
7	Основы массообмена. Теплоотдача при конденсации паров неметаллических жидкостей. Теплоотдача при конденсации на горизонтальном цилиндре. Постановка задачи и особенности нахождения базы. Увлажнение материалов в технологических процессах отрасли. Способы увлажнения. Увлажнение сорбцией влаги из воздуха. Контактное увлажнение. Увлажнение паром. Техничко-экономические показатели сушилок. Техника безопасности
8	Теплообменные аппараты. Классификация основных типов теплообменных аппаратов: контактные (смесительные, барботажные) и поверхностные (регенераторы, рекуператоры). Основные уравнения теплового расчета рекуперативных теплообменников. Коэффициент теплопередачи.
9	Применение теплоты в отрасли. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Основы энергосбережения. Вторичные энергетические ресурсы. Основы энерготехнологии.

### Темы ИТР:

1. Исследование процесса истечения из суживающегося сопла;
2. Определение параметров влажного воздуха;
3. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала;
4. Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции;
5. Определение теплопроводности и коэффициента температуропроводности;
6. Определение коэффициента излучения твердого тела;
7. Тепловой расчет теплообменного аппарата;
8. Тепловой баланс сепаратора газоочистки.

### 6.3 Учебно - методическое обеспечение для самостоятельной работы

1. Никитин В.А. Лекции по теплотехнике [Электронный ресурс]: конспект лекций/ — Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011.— 532 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21604.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Дерюгин В.В. Тепломассообмен [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дерюгин В.В., Васильев В.Ф., Уляшева В.М.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 244 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74378.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Малая Э.М. Техническая теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Малая Э.М., Голиков Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2014.— 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80120.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Цветков О.Б. Теоретические основы тепло- и хладотехники. Основы термодинамики и тепломассопереноса [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Цветков О.Б., Лаптев Ю.А.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2015.— 54 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68171.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Малая Э.М. Техническая теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Малая Э.М., Голиков Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский

государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2014.— 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80120.html>.— ЭБС «IPRbooks»

6. Григорьев Б.А. Тепломассообмен [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Григорьев Б.А., Цветков Ф.Ф.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2011.— 560 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33157.html>.— ЭБС «IPRbooks»
7. Агеев М.А. Тепломассообменные процессы и установки промышленной теплотехники [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения/ Агеев М.А., Мракин А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 229 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70284.html>.— ЭБС «IPRbooks»
8. Р.А-В. Турлуев, М.З. Мадаева Методические указания// Основные законы теплообмена. ГГНИ.- 2005, 25 с.
9. Х.А. Исаев, А.А. Ельмурзаев Методические указания //Тепловой расчет парогенератора.- ГГНИ, 2002, 21 с.
10. Турлуев Р.А-В., Магомадова М.Х. Решение типовых задач по процессам теплопередачи.- Метод. реком. Изд. ГГНИ 2007 г.

## **7. Оценочные средства по дисциплине «Прикладная теплофизика»**

### **7.1. Вопросы к первой рубежной аттестации**

1. Основные понятия теплофизики. Способы передачи теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение).
2. Температурное поле, изотермическая поверхность, средний и истинный градиент температур.
3. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты.
4. Коэффициент теплопроводности, его характеристика.
5. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Однородная плоская стенка.
6. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Многослойная стенка.
7. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Цилиндрическая стенка.
8. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Шаровая стенка.
9. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме.
10. Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода.
11. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности.
12. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
13. Конвективный теплообмен. Дифференциальные уравнения теплообмена: Навье-Стокса - уравнение движения вязкой жидкости, Фурье – Кирхгоффа- уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости.
14. Основы теории подобия. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия.
15. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия.
16. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Коэффициенты теплоотдачи.
17. Теплоотдача при естественной конвекции.
18. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества. Теплообмен при конденсации паров. Тепловой поток. Плотность теплового потока.
19. Интегральное уравнение теплоотдачи для стабилизированного теплообмена.

20. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах.

**КАРТОЧКА № 1** (Прикладная теплофизика, первая рубежная аттестация)

1. Каков характер изменения температуры по толщине плоской и цилиндрической стенок?
2. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Многослойная стенка
3. Найти точку росы для воздуха, имеющего:
  - а) температуру 40 °С и относительной влажности 70 %;
  - б) температуру 50 °С и относительной влажности 20 %;
  - в) температуру 40 °С и относительной влажности 5 %.

**7.2. Вопросы ко второй рубежной аттестации**

1. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде.
2. Трансформаторы теплоты. Циклы холодильных установок и термотрансформаторов.
3. Теплообмен излучением. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Закон Стефана-Больцмана. Абсолютно черное тело.
4. Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция. Типы теплообменных аппаратов, кипятильников и подогревателей.
5. Механизм процессов горения. Общие принципы расчета процессов горения. Теплота сгорания. Условное топливо. Приведенные характеристики. Классификация топлив.
6. Основы теплового расчета теплообменных аппаратов.
7. Типы теплообменных аппаратов. Расчетные уравнения. Виды теплового расчета
8. Виды сжигаемого топлива и его характеристики. Твердое жидкое и газообразное топливо.
9. Теплота сгорания. Условное топливо. Элементарный состав топлива. Теория горения и методы сжигания топлива.
10. Сушильные установки. Общие сведения. Основные типы процессов сушки. Сушилки периодического и непрерывного действия. Влага материала. Равновесная влажность.
11. Максимальная и гигроскопическая влажность материала. Тепло - и массоперенос в процессе сушки.
12. Кинетика сушки. Кривые сушки. Кривые скорости сушки. Термопрограмма сушки.
13. Типы сушильных установок. Тепловой расчет сушильных установок. Сушильный процесс для теоретической и действительной сушилок.
14. Увлажнение материалов в технологических процессах отрасли. Способы увлажнения.
15. Увлажнение сорбцией влаги из воздуха. Контактное увлажнение. Увлажнение паром. Технико-экономические показатели сушилок.
16. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Основы энергосбережения. Вторичные энергетические ресурсы.
17. Котельные установки. Паровые и газовые турбины.
18. Теплообменные аппараты. Регенеративные и смесительные теплообменники. Показатели эффективности: КПД, интенсивность теплообмена, отношение расходных теплоемкостей, коэффициент трансформации теплоты.
19. Холодильные и теплонасосные установки.

**КАРТОЧКА № 2** (Прикладная теплофизика, вторая рубежная аттестация)

1. Типы теплообменных аппаратов. Расчетные уравнения. Виды теплового расчета.
2. Сушильные установки. Общие сведения. Основные типы процессов сушки.
3. Сушилки периодического и непрерывного действия. Влага материала. Равновесная влажность.

4. Виды сжигаемого топлива и его характеристики. Твердое жидкое и газообразное топливо.
5. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде. Закон Стефана-Больцмана. Абсолютно черное тело.

### 7.3. Вопросы к зачету по дисциплине «Прикладная теплофизика»

1. Основные понятия теплофизики. Способы передачи теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение).
2. Температурное поле, изотермическая поверхность, средний и истинный градиент температур.
3. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты.
4. Коэффициент теплопроводности, его характеристика.
5. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Однородная плоская стенка.
6. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Многослойная стенка.
7. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Цилиндрическая стенка.
8. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Шаровая стенка.
9. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме.
10. Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода.
11. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности.
12. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
13. Конвективный теплообмен. Дифференциальные уравнения теплообмена: Навье-Стокса - уравнение движения вязкой жидкости, Фурье – Кирхгоффа- уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости.
14. Основы теории подобия. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия.
15. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия.
16. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Коэффициенты теплоотдачи.
17. Теплоотдача при естественной конвекции.
18. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества. Теплообмен при конденсации паров. Тепловой поток. Плотность теплового потока.
19. Интегральное уравнение теплоотдачи для стабилизированного теплообмена.
20. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах.
21. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде.
22. Трансформаторы теплоты. Циклы холодильных установок и термотрансформаторов.
23. Теплообмен излучением. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Закон Стефана-Больцмана. Абсолютно черное тело.
24. Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция. Типы теплообменных аппаратов, кипятильников и подогревателей.
25. Механизм процессов горения. Общие принципы расчета процессов горения. Теплота сгорания. Условное топливо. Приведенные характеристики. Классификация топлив.
26. Основы теплового расчета теплообменных аппаратов.
27. Типы теплообменных аппаратов. Расчетные уравнения. Виды теплового расчета
28. Виды сжигаемого топлива и его характеристики. Твердое жидкое и газообразное топливо.
29. Теплота сгорания. Условное топливо. Элементарный состав топлива. Теория горения и методы сжигания топлива.
30. Сушильные установки. Общие сведения. Основные типы процессов сушки. Сушилки периодического и непрерывного действия. Влага материала. Равновесная влажность.
31. Максимальная и гигроскопическая влажность материала. Тепло - и массоперенос в процессе сушки.
32. Кинетика сушки. Кривые сушки. Кривые скорости сушки. Термопрограмма сушки.
33. Типы сушильных установок. Тепловой расчет сушильных установок. Сушильный процесс для теоретической и действительной сушилок.

34. Увлажнение материалов в технологических процессах отрасли. Способы увлажнения.
35. Увлажнение сорбцией влаги из воздуха. Контактное увлажнение. Увлажнение паром. Техничко-экономические показатели сушилок.
36. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Основы энергосбережения. Вторичные энергетические ресурсы.
37. Котельные установки. Паровые и газовые турбины.
38. Теплообменные аппараты. Регенеративные и смешительные теплообменники.
39. Холодильные и теплонасосные установки.
40. Показатели эффективности: КПД, интенсивность теплообмена, отношение расходных теплоемкостей, коэффициент трансформации теплоты.

### Образец карточки к зачету по дисциплине

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"	
Дисциплина	<b><u>Прикладная теплофизика</u></b>
	Семестр - 6
Группа	<b><u>НИ-21</u></b>
<b>Карточка № 1 (к зачету по дисциплине)</b>	
<b>1.</b>	Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Многослойная стенка.
<b>2.</b>	Конвективный теплообмен. Дифференциальные уравнения теплообмена: Навье-Стокса - уравнение движения вязкой жидкости, Фурье – Кирхгоффа- уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости.
<b>3.</b>	Теплообмен излучением. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Закон Стефана-Больцмана. Абсолютно черное тело.
<b>4.</b>	Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция. Типы теплообменных аппаратов, кипятильников и подогревателей.
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика»	
Р.А-В. Турлуев	

## 7.4 Текущий контроль

### Лабораторная работа №4

#### Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (метод цилиндрического слоя)

**Цель работы.** Освоение одного из методов определения коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов (метод цилиндрического слоя) и закрепление знаний по теории теплопроводности.

#### Контрольные вопросы.

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?

2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Какие величины следует измерять в данной работе, чтобы вычислить коэффициент теплопроводности?
4. Какова физическая сущность передачи тепла теплопроводностью?
5. Сформулируйте понятия: температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, мощность теплового потока, удельный тепловой поток.
6. Покажите на схеме установки, как направлен вектор теплового потока и градиента температуры?
7. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности, и от каких факторов он зависит?
8. Каков характер изменения температуры по толщине плоской и цилиндрической стенок?
9. Какова взаимосвязь между коэффициентом теплопроводности и наклоном температурной кривой по толщине тепловой изоляции?
10. Дайте определение понятию термического сопротивления стенки.
11. Как зависит коэффициент теплопроводности различных веществ (металлов, неметаллов, жидкостей и газов) от температуры? Ответ обосновать.
12. Сформулируйте основной закон теплопроводности. В чем его сущность?
13. Каковы основные трудности тепловых расчетов при переносе тепла теплопроводностью?
14. Как влияет форма стенки на величину её термического сопротивления?

## **Лабораторная работа №5**

### **Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции (метод струны)**

**Цель работы.** \_ Определение экспериментальным путем на лабораторной установке коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции в неограниченном пространстве. Изучение методики обработки опытных данных с применением теории подобия и составления критериального уравнения по результатам эксперимента.

#### **Контрольные вопросы.**

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Как определяется средняя температура струны в данной установке?
4. Для чего замеряется барометрическое давление в данной работе?
5. Как определяется количество теплоты, отданное струной окружающему воздуху посредством конвекции?



6. Как определяется количество теплоты, отданное струной окружающему воздуху посредством излучения?
7. Что такое свободная и вынужденная конвекция?
8. Каков физический смысл и размерность коэффициента теплоотдачи?
9. Какие факторы определяют интенсивность конвективного теплообмена?
10. Что такое критерий подобия?
11. Что такое «определяющая температура» и «определяющий» размер?
12. Какие критерии называются «определяющими» и «определяемыми»?
13. Для чего и как составляются критериальные уравнения?
14. Как определяется коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  из критериального уравнения?
15. Что характеризуют критерии  $Nu$ ,  $Gr$ ,  $Pr$ ?

### Лабораторная работа №6

#### Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе"

**Цель работы.** Изучение процессов теплообмена при свободной и вынужденной конвекции на горизонтальном трубопроводе. Экспериментальное определение коэффициентов теплоотдачи и сравнение их с вычисленными по критериальным уравнениям.

#### **Контрольные вопросы.**

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Какими методами измеряется температура в данной работе?
4. Как измеряется и регулируется расход воздуха в данной работе?
5. По каким признакам можно судить о стационарном режиме теплообмена с окружающей средой?
6. Как осуществляется выбор контрольной оболочки рассматриваемой термодинамической системы?
7. Дайте формулировку и математическое выражение уравнения первого закона термодинамики, используемого для решения задачи данного опыта.
8. Укажите способы определения величин, входящих в уравнение 1-го закона термодинамики, используемого для решения задачи данного опыта, с полным обоснованием используемых расчетных формул.
9. Какие существуют методы и приборы для измерения температуры, давления и расхода?
10. Как определяется плотность воздуха в условиях лабораторной установки?
11. Какие виды конвекции существуют, в чем их различие?
12. В чем сущность "Теории подобия" и как с ее помощью определяются коэффициенты теплоотдачи?

13. Как составляются критериальные уравнения?
14. Составьте в общем виде критериальные уравнения для вынужденной и свободной (естественной) конвекции.
15. Каков физический смысл критериев подобия, входящих в уравнение для свободной конвекции?
16. Каков физический смысл критериев подобия, входящих в уравнение для вынужденной конвекции?
17. Что такое "определяемый" и "определяющий" критерий?
18. Как выбирается определяющий (характерный) размер и определяющая температура при расчете критериев подобия?

## **Лабораторная работа №7**

### **Методы теплопередачи при конвекции и обдуве**

**Цель работы:** Изучение методики и приобретение навыков экспериментального исследования частных задач конвективного теплообмена. Ознакомление с методом экспериментального определения коэффициента теплоотдачи стержня при горизонтальном его положении в свободном пространстве, приобретение навыков в обработке опытных данных и представлении их в критериальной форме.

#### **Задание:**

1. Экспериментально определить значение коэффициента теплоотдачи трубы при различных температурных напорах в условиях свободной конвекции.
2. Установить зависимость коэффициента теплоотдачи от температурного напора.
3. Составить критериальное уравнение теплообмена, определить теоретическое значение его коэффициента теплоотдачи и сравнить с экспериментальным.
4. Оформить отчет.

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое конвективный теплообмен?
2. Напишите выражение Ньютона-Рихмана.
3. Что такое коэффициент теплоотдачи?
4. Является ли коэффициент теплоотдачи  $\alpha_{\Sigma}$  одинаковым для каждого элемента внешней поверхности?
5. Подвижна или неподвижна окружающая среда (воздух) около поверхности цилиндра?

6. Как будет изменяться средняя скорость воздуха около поверхности цилиндра с увеличением  $\Delta t_{cp}$  и почему?
7. Через торцы цилиндра частично рассеивается тепло, вводимое во внутреннее пространство. Как это сказывается на точности определения  $\alpha_{\Sigma}$ ?
8. Как будет развиваться процесс конвекции на поверхности нагретой аппаратуры, помещенной внутри спутников Земли?

## **Лабораторная работа №8**

### **Теплоотдача при конвекции и обдуве ПЛАСТИНЫ**

#### **Цель работы:**

1. Исследовать процесс теплоотдачи плоской поверхности в различных условиях естественной конвекции.
2. Используя соответствующие критериальные уравнения, оценить коэффициент теплоотдачи.
3. Оценить тепловые потери при разных положениях плоской пластины в пространстве.

#### **Контрольные вопросы**

1. Чем обуславливается теплоотдача пластины в условиях естественной и вынужденной конвекции?
2. Как отличается теплоотдача поверхности в ламинарном и турбулентном режимах обтекания?
3. Как связана температура на поверхности пластины с положением пластины в пространстве?
4. В каких случаях сопоставимо или превышает  $\alpha_k$ ?
5. Объясните разницу показаний верхней, средней и нижней термопар с учётом режима обтекания пластины.

Сравните результаты с расчётом по упрощённым формулам

## **Лабораторная работа №9**

### **Теплопередача при конвекции и обдуве ШАРА**

#### **Цель работы:**

Теоретическое и экспериментальное ознакомление с нестационарными методами определения коэффициента теплоотдачи.

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое конвективный теплообмен?
2. Напишите формулу Ньютона-Рихмана.
3. Каков физический смысл коэффициента теплоотдачи?
4. Физический смысл темпа охлаждения.
5. Что такое тепловой регулярный режим?
6. Какой вид будет иметь график охлаждения  $\ln -\tau$ , если коэффициент теплоотдачи в процессе остывания будет изменяться (возрастать, падать)?

## **Лабораторная работа №10**

### **Теплопередача при конвекции и обдуве пластинчатого радиатора.**

#### **Цель работы.**

Экспериментальное определение КПД оребрения и средне интегрального коэффициента теплоотдачи оребренной поверхности.

#### **Задание.**

1. Определить КПД оребрения.
2. Экспериментально определить величину коэффициента теплоотдачи оребренной поверхности при естественной и вынужденной конвекции.

## **Лабораторная работа №11**

### **Изучение процессов теплопередачи в теплообменных аппаратах Исследование трубчатого и пластинчатого теплообменников**

#### **Цель работы:**

1. Определение коэффициента теплопередачи при движении жидкости в трубе при различных скоростях течения;
2. Определение передаваемой тепловой мощности теплообменника типа «труба в трубе» в зависимости от схемы движения теплоносителей;
3. Определение передаваемой тепловой мощности кожухотрубного теплообменника;
4. Определение передаваемой тепловой мощности воздушно-водяного теплообменника с принудительным охлаждением.



7.4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

Таблица 7

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
<b>ОПК-3</b> Способен применять основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы.					
<b>Знать:</b> Термодинамические параметры состояния газа, основные законы термодинамики и теплопередачи	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	<i>Контролирующие материалы по дисциплине, задания для контрольной работы, задания для лабораторной работы, тестовые задания, темы рефератов, докладов</i>
<b>Уметь:</b> - анализировать температурные параметры работы технологического оборудования; - разрабатывать и планировать внедрение нового теплотехнического оборудования; - использовать изученный материал по термодинамике и теплотехнике в решении проблем технологических процессов добычи и подготовке нефти и ее отгрузки	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
<b>Владеть:</b> - методами диагностики и технического обслуживания технологического и теплотехнического оборудования (наружный и внутренний осмотр) в соответствии с требованиями промышленной безопасности и охраны труда.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

## 8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху:**

- **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- для слепоглухих допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература

1. Никитин В.А. Лекции по теплотехнике [Электронный ресурс]: конспект лекций/ — Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011.— 532 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21604.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Кудинов И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть I. Термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудинов И.В., Стефанюк Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 172 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22626.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Агеев М.А. Тепломассообменные процессы и установки промышленной теплотехники [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения/ Агеев М.А., Мракин А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 229 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70284.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Кудинов И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть I. Термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудинов И.В., Стефанюк Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 172 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22626.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Дерюгин В.В. Тепломассообмен [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дерюгин В.В., Васильев В.Ф., Уляшева В.М.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 244 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74378.html>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Малая Э.М. Техническая теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Малая Э.М., Голиков Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2014.— 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80120.html>.— ЭБС «IPRbooks»



7. Цветков О.Б. Теоретические основы тепло- и хладотехники. Основы термодинамики и теплопереноса [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Цветков О.Б., Лаптев Ю.А.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2015.— 54 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68171.html>.— ЭБС «IPRbooks»
8. Малая Э.М. Техническая теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Малая Э.М., Голиков Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2014.— 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80120.html>.— ЭБС «IPRbooks»
9. Григорьев Б.А. Теплообмен [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Григорьев Б.А., Цветков Ф.Ф.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2011.— 560 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33157.html>.— ЭБС «IPRbooks»
10. Р.А-В. Турлуев, М.З. Мадаева Методические указания// Основные законы теплообмена. ГГНИ.- 2005, 25 с.
11. Х.А. Исаев, А.А. Ельмурзаев Методические указания //Тепловой расчет парогенератора.- ГГНИ, 2002, 21 с.
12. Турлуев Р.А-В., Магомадова М.Х. Решение типовых задач по процессам теплопередачи.- Метод. реком. Изд. ГГНИ 2007 г.

**в) программное и коммуникационное обеспечение**

1. Электронный конспект лекций и электронно-обучающий комплекс по дисциплине «Прикладная теплофизика»
2. Тесты для компьютерного тестирования студентов

**г) Интернет ресурс - [www.gstou.ru](http://www.gstou.ru), электронная библиотека ЭБС «IPRbooks», «Консультант студента»**

**Интернет-ресурсы:**

1.	<a href="http://thermophysics.ru/modules.php?name=PagesAd&amp;pa...pid...">thermophysics.ru&gt;modules.php?name=PagesAd&amp;pa...pid...</a>
2.	<a href="http://book-pdf.org/physics/file6014.html">book-pdf.org&gt;physics/file6014.html</a>
3.	<a href="http://fondknig.com/main...termodinamika_i_teploperedacha...">fondknig.com&gt;main...termodinamika_i_teploperedacha...</a>
4.	<a href="http://eknigi.org/nauka_i...termodinamika-i-teploperedacha...">eknigi.org&gt;nauka_i...termodinamika-i-teploperedacha...</a>
5.	<a href="http://msmakarov.narod.ru/html/ctheme.html">msmakarov.narod.ru&gt;html/ctheme.html</a>
6.	<a href="http://teplotexnika.ucoz.ru/load/1">teplotexnika.ucoz.ru&gt;load/1</a>
7.	<a href="http://techliter.ru...lekcii/termodinamika...teploperedacha...">techliter.ru&gt;...lekcii/termodinamika...teploperedacha...</a>
8.	<a href="http://termopower.ru/tehnicheskaya-literatura/126-lekcii...">termopower.ru&gt;tehnicheskaya-literatura/126-lekcii...</a>
9.	<a href="http://booksgid.com&gt;...tehnicheskaja-termodinamika-i.html">booksgid.com&gt;...tehnicheskaja-termodinamika-i.html</a>
10.	<a href="http://eknigi.org/nauka_i...termodinamika-i-teploperedacha...">eknigi.org&gt;nauka_i...termodinamika-i-teploperedacha...</a>

**10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Класс с персональными компьютерами для проведения практических занятий и виртуальных лабораторных работ.

Учебная аудитория кафедры "Т и Г", №2-21, №1-19<sup>б</sup> снабженная мультимедийными средствами для представления презентаций и показа учебных фильмов.

**Прикладная теплофизика (наличие оборудования и ТСО)**

1	Лабораторный комплекс "Теплопередача при конвекции и обдуве" ТПК-010-9ЛР-01 (9 лабораторных работ)
2	Учебно-лабораторный комплекс «Теплообменники» (4 лабораторных работы)
3	Виртуальный программный лабораторный комплекс "Теплофизика" (6 лабораторных работ)
4	Виртуальный учебный комплекс «Тепловые электростанции»
5	<b>Комплект плакатов</b> 560x800 мм, Изображение нанесено на пластиковую основу толщиной 4 мм и размером 560x800 мм. Изображение обладает водостойкими свойствами. Каждый плакат имеет элементы крепления к стене.
5.1	«Теплофизика» (16 шт.)
6	<b>Электронные плакаты</b> Демонстрационные комплексы на базе мультимедиа-проектора (комплект электронных плакатов на CD, мультимедиа-проектор BENQ, ноутбук, экран 1,5x1,5 м):
a.	Теплофизика (122 шт.)
	<b>Презентации:</b>
1	Теплопередача
2	Тепловые и атомные электростанции
3	Двигатели внутреннего сгорания
4	Физико-химические основы современной энергетики
5	Энергосбережение и ее роль в жизни общества (52 слайдов);
6	Мероприятия по энергоэффективности и энергосбережению (20 слайдов);
7	Особенности реализации программ энергосбережения и энергетической эффективности для бюджетных организаций (9 слайдов);
8	Энергобалансы ТЭР их состояние и классификация (11 слайдов);
9	Расчетный анализ энергетических потоков и балансов (11 слайдов)

**РАЗРАБОТЧИК:**

Ст.преп. кафедры  
«Теплотехника и гидравлика»

/ Мадаева А.Д. /

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

/ Р.А-В. Турлуев /

Зав. выпускающей каф.  
«Прикладная геофизика и геоинформатика»  
доц.

/ Эльжаев А.С. /

Директор ДУМР доц.

/ Магомаева М.А. /